

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YASUTOMI, Yasuo  
Chuo BLDG.  
4-20, Nishinakajima 5-chome,  
Yodogawa-ku  
Osaka-shi, Osaka 532-0011  
JAPON

RECEIVED

SEP. 10 2001

YASUTOMI  
Associates

Date of mailing (day/month/year) 31 August 2001 (31.08.01)	
Applicant's or agent's file reference IB609WO	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP01/03757	International filing date (day/month/year) 01 May 2001 (01.05.01)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 02 May 2000 (02.05.00)
Applicant IBIDEN CO., LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
02 May 2000 (02.05.00)	2000-133534	JP	13 July 2001 (13.07.01)
04 Octo 2000 (04.10.00)	2000-305175	JP	13 July 2001 (13.07.01)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  Magda BOUACHA  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	--

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) 世界知的所有權機關  
國際事務局

(43) 国際公開日  
2001年11月15日 (15.11.2001)

PCT

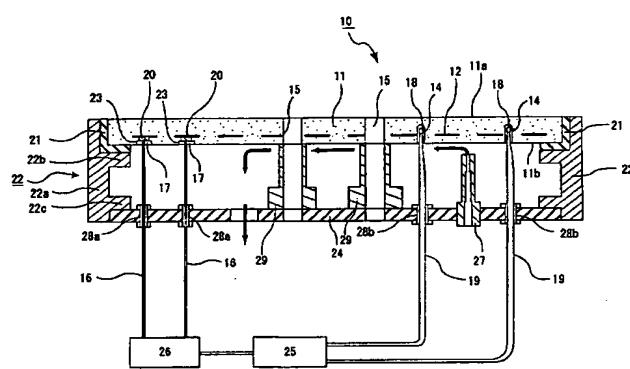
(10) 国際公開番号  
WO 01/87018 A1

(51) 国際特許分類7:	H05B 3/68, 3/20, H01L 21/027	(72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]. 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).	
(21) 国際出願番号:	PCT/JP01/03757		
(22) 国際出願日:	2001年5月1日 (01.05.2001)		
(25) 国際出願の言語:	日本語	(74) 代理人: 安富康男, 外 (YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中央ビル Osaka (JP).	
(26) 国際公開の言語:	日本語		
(30) 優先権データ:		(81) 指定国 (国内): US.	
特願2000-133534	2000年5月2日 (02.05.2000)	JP	
特願2000-305175	2000年10月4日 (04.10.2000)	JP	(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).		添付公開書類: — 國際調査報告書	

[続葉有]

(54) Title: HOT PLATE UNIT

(54) 発明の名称: ホットプレートユニット



**(57) Abstract:** A hot plate unit capable of sufficiently increasing a temperature rising and lowering rate even if the diameter of a substrate is increased and reducing a size, characterized in that the substrate having a temperature control means is installed on a supporting container and the thickness of the supporting container is 50 mm or thinner.

(57) 要約:

本発明の目的は、基板の直径が大きくなっても昇温降温が充分に速く、また、装置を小型化することができるホットプレートユニットを提供することにあり、本発明は、温度調節手段を備えた基板が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、前記支持容器の厚さは、50mm以下であることを特徴とする。



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## ホットプレートユニット

## 技術分野

本発明は、主に半導体産業において使用されるホットプレートユニットに関し、

5 特には、薄型であるため、特に、降温特性に優れるホットプレートユニットに関する。

## 背景技術

半導体製品は、半導体ウエハ上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成

10 し、半導体ウエハのエッチングを行う工程等を経て製造される。

この感光性樹脂は液状であり、スピンドルコーターなどを用いて半導体ウエハ表面に塗布されるのであるが、塗布後に溶剤等を飛散させるため乾燥させなければならず、塗布した半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱することになる。

従来、このような用途に使用される金属製のヒータとしては、アルミニウム板15 の裏面に発熱体を配置したものが採用されていた。

ところが、このような金属製のヒータは、以下のようないわゆる問題があった。

まず、金属製であるため、金属板の厚みは、少なくとも15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置した半導体ウエハが破損したり20 傾いたりしてしまうからである。しかしながら、金属板の厚みを厚くすると、ヒータの重量自体が重くなり、また、かさばってしまうという問題があった。

また、発熱体に印加する電圧や電流を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属板が厚く熱容量が大きいため、電圧や電流の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

25 そこで、特開平9-306642号公報、特開平4-324276号公報等に記載されているように、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックであるAINを使用し、このAIN基板の表面または内部に発熱体が形成されたセラミック基板を有するセラミックヒータが提案されている。

## 発明の要約

このようなセラミックヒータ（ホットプレートユニット）は、通常、セラミック基板が支持容器に取り付けられたものであり、支持容器内に配線を格納するため、該支持容器の厚さを50mmを超えて厚くすることが主流であった。

一方、セラミックヒータ（ホットプレートユニット）は、温度調整のため冷却する必要があり、特に、急速な強制冷却に対応した支持容器が求められている。

しかしながら、従来のホットプレートユニットでは、急速な強制冷却に対応することが難しいという問題があった。

本発明者らは、上記問題を解決するために銳意研究した結果、セラミックヒータ（ホットプレートユニット）などの温度調節手段を持つ加熱基板の温度調整のために、冷却用気体や冷却用液体（冷媒）を用いて冷却するにあたり、支持容器の厚さを50mm以下と薄くすることにより、支持容器の容積を小さくし、支持容器内の空気の流通循環を速くすることで、迅速な降温を実現することができるを見い出し、本発明を完成するに至った。

すなわち、第一の本発明は、温度調節手段を備えた基板（加熱基板）が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、

上記支持容器の厚さは、50mm以下であることを特徴とするホットプレートユニットである。

なお、本明細書において支持容器の厚さとは、実質的に冷却媒体（冷媒）が循環する空間の厚さをいい、加熱基板の底から支持容器の底部までの距離である。支持容器に底板が設けられている場合は、加熱基板の底から、支持容器の底板までの距離であり、底板がなければ、加熱基板の底から支持容器の外枠の最下部までの厚さまたは支持容器の外枠の厚さである。また、中底板が形成されている場合、冷却のための冷媒が循環している範囲の厚さで定義し、冷却のための冷媒が中底板までしか循環しない場合は、加熱基板の底から支持容器の中底板までの距離であり、冷却のための冷媒が底板まで循環するときは底板までの距離または外枠の厚さである。

上記ホットプレートユニットでは、上記支持容器の厚さが50mm以下であるために支持容器内の容積が小さく、供給された冷媒はセラミック基板や金属基板

からなる加熱基板と接触して熱交換し、熱を受け取った冷媒が迅速に容器から排出されるとともに、新たな低温の冷媒も迅速に供給されるため、急速な降温を実現することができる。

特に、直径が 150 mm を超える大型ホットプレートユニットでは、その厚さ 5 が 30 mm 以下であることが望ましい。直径が大きくても急速な降温を実現させることができることである。

また、上記基板の厚さ  $l$  と支持容器の厚さ  $L$  との比率は、 $0.02 \leq l/L$  であることが望ましい。 $l/L$  が  $0.02$  より小さい場合、即ち加熱基板（セラミック基板、金属基板等）の厚さ  $l$  に比べて支持容器の厚さ  $L$  が厚すぎる場合、熱 10 交換した冷媒の排出が遅くなり、冷却速度が低下するからである。

$l/L$  は  $10$  以下 ( $l \geq 10$ ) であることが望ましい。 $l/L$  が  $10$  を超えると、加熱基板の厚さ  $l$  が支持容器の厚さ  $L$  に比べて厚くなり、熱容量が大きくなりすぎて冷却速度が低下してしまうからである。

なお、上記温度調節手段は、抵抗発熱体であることが望ましい。加熱基板に容易に抵抗発熱体を設けることができ、これにより比較的簡単にホットプレートユニットの温度を調節することができるからである。

さらに、上記温度調節手段は、冷却手段であることが望ましい。加熱されたホットプレートユニットを冷却する際、迅速に冷却することができる。

また、第二の本発明は、温度調節手段を備えた基板が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、

上記基板の厚さ  $l$  と支持容器の厚さ  $L$  との比率は、 $0.02 \leq l/L$  であることを特徴とするホットプレートユニットである。

第二の本発明では、上記基板の厚さ  $l$  と支持容器の厚さ  $L$  との比率が、 $0.02 \leq l/L$  であるため、基板の厚さ  $l$  に比べて支持容器の厚さ  $L$  が薄く、熱交換 25 した冷媒の排出が速くなり、迅速に基板の冷却を行うことができるからである。

なお、 $l/L$  は、 $10$  以下が望ましい。上述したように、 $l/L$  が  $10$  を超える場合、基板が支持容器に比べて厚くなり、熱容量が大きくなりすぎて冷却速度が低下してしまうからである。

第二の本発明においては、上記支持容器の厚さは  $50$  mm 以下であることが望

ましい。冷媒を流通させる部分の容積が小さいため、上述した理由から、急速な降温を実現することができるからである。

また、第二の本発明においても、上記温度調節手段は、抵抗発熱体であることが望ましく、上記温度調節手段は、冷却手段であることが望ましい。

5 さらに、第三の本発明は、1または2以上の回路からなる抵抗発熱体を備えたセラミック基板が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、上記支持容器の厚さは、50mm以下であることを特徴とするホットプレートユニットである。

10 このような構成のホットプレートでは、上述したように、冷媒を流通させる部分の容積が小さいため、急速な降温を実現することができる。

さらに、上述した理由から、上記基板の厚さ1と支持容器の厚さLとの比率は、 $0.02 \leq 1/L$ であることをが望ましい。さらに、 $1/L$ は10以下が望ましい。

15 第三の本発明において、上記抵抗発熱体の端部に接続した導電線および／または上記セラミック基板に配設された測温素子から導出された配線を、上記底板に形成された貫通孔から引き出すことにより、冷媒を循環させやすくすることができる。

さらに、上記底板に冷媒導入管を配設することにより、セラミック基板に直接冷媒を吹きつけることができるため、急速な降温を実現することができる。

20 また、第一～第三の本発明において、冷却は、支持容器の外側にパイプやリングを配置し、これらのパイプやリングに冷媒を流すことにより行ってもよい。

さらに、温度調節手段として、抵抗発熱体を加熱基板の表面や内部に配置してもよく、加熱基板の内部に加熱した油を流入させる空間が形成されていてもよい。

25 冷媒として、気体や液体を使用することができる。気体としては、例えば、空気、窒素、二酸化炭素の他に、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスが挙げられ、液体としては、例えば、水、アンモニア、エチレングリコールなどが挙げられる。加熱基板としては、セラミック基板、金属基板を使用することができる。

以上のように、第一の本発明では、基板の種類が限定されておらず、支持容器の厚さが限定されており、第二の本発明では、基板の種類が限定されておらず、

基板の厚さ  $l$  と支持容器の厚さ  $L$  との比率が限定されており、第三の本発明では、基板が抵抗発熱体を備えたセラミック基板であり、支持容器の厚さが限定されている点で、それぞれ構成が異なるが、ホットプレートユニットが基板と支持容器とを備えている点で共通している。

5 そこで、以下においては、セラミック基板や金属基板からなる基板と支持容器を備えたホットプレートユニットであって、好ましくは、支持容器の厚さは 50 mm 以下であり、基板の厚さ  $l$  と支持容器の厚さ  $L$  との比率は、 $0.02 \leq 1/L$  であるホットプレートユニットを、本発明のホットプレートユニットとして、説明を行うこととする。

10

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明のホットプレートユニットの一例を模式的に示す平面図である。

図 2 は、図 1 に示したホットプレートユニットの縦断面図である。

15 図 3 は、図 1 に示すホットプレートユニットを構成するセラミック基板の一部を模式的に示す部分拡大断面図である。

図 4 において、(a) は、中底板が形成されたホットプレートユニットを模式的に示す断面図であり、(b) は、このホットプレートユニットの支持容器を構成する底板を示す斜視図である。

図 5 は、ラバーヒータを備えた金属基板を模式的に示す断面図である。

20 図 6 において、(a) ~ (d) は、ホットプレートユニットを構成するセラミック基板の製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

#### 符号の説明

9 シリコンウエハ

25 10 ホットプレートユニット

11、211 セラミック基板

11a 加熱面

11b 底面

12、212 抵抗発熱体

1 2 a 抵抗発熱体端部  
1 4 有底孔  
1 5、 2 1 5 貫通孔  
1 6、 2 6 2 導電線  
5 1 7 ワッシャー  
1 8 測温素子  
1 9 金属線  
2 0 スルーホール  
2 1、 2 5 2 断熱リング  
10 2 2、 2 7 0 支持容器  
2 2 a 支持容器本体  
2 2 b 基板受け部  
2 2 c 底板受け部  
2 3 袋孔  
15 2 4、 2 6 0 底板  
2 5 制御部  
2 6 電源部  
2 7、 2 5 8 冷媒導入管  
2 8 a、 2 8 b 貫通孔  
20 2 9 ガイド管  
4 9 リフターピン  
3 0 ラバーヒータ  
3 1 アルミニウム円板  
3 2 発熱体  
25 3 3 シリコンラバー  
3 4 ネジ  
2 1 3 給電端子  
2 1 8 絶縁層  
2 1 9 シリコンウエハ

- 251 ピン
- 253 固定金具
- 255 ソケット
- 256 中底板
- 5 256a 開口
- 257 スリープ
- 258 冷媒供給管
- 259 支持ピン
- 260a 開口
- 10 260k 窪み

#### 発明の詳細な開示

図1は、本発明のホットプレートユニットの一実施形態を模式的に示す平面図であり、図2は、図1に示したホットプレートユニットの断面図であり、図3は、  
15 上記ホットプレートユニットを構成するセラミック基板の部分拡大断面図である。

セラミック基板11は、円板形状に形成されており、セラミック基板11の内部には、温度制御手段としての抵抗発熱体12が同心円状のパターンに形成されている。また、これら抵抗発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が1組の回路として、1本の線になるように接続されている。

20 また、抵抗発熱体12はセラミック基板11に埋設されているため、その回路の端部12aが存在する部分の直下には袋孔23が形成され、この袋孔23に導電性の緩衝材であるワッシャー17が嵌め込まれるとともに、ワッシャー17の中心孔に導電線16が挿入され、これらワッシャー17や導電線16がろう付けされることにより、スルーホール20を介して抵抗発熱体の端部12aと導電線  
25 16とが接続されている。なお、ワッシャー17は、導電線16とセラミック基板11との熱膨張率の違いにより、導電線16となる材料を、直接セラミック基板に埋設した際に発生するクラックを防止するために、緩衝材として設置されたもので、両者の中間の熱膨張率を有する。

図1、2では、抵抗発熱体12がセラミック基板の内部に埋設されているが、

抵抗発熱体は、セラミック基板の底面に設けられていてよい。この場合には、抵抗発熱体を保護するための被覆層が設けられていることが望ましい。また、この場合には、例えば、先端が断面視T字形状となっている導電線の先端を半田付け等により接続、固定し、底板24の貫通孔から導出してもよい。

5 また、セラミック基板11の底面11bには、熱電対等の測温素子を挿入するための有底孔14が設けられ、この有底孔14に2本の金属線19を有する測温素子18が挿入され、シリコン樹脂等の耐熱性絶縁材料（図示せず）で固定されている。

また、セラミック基板11には貫通孔15が設けられているが、この貫通孔10 15には、図3に示すように、リフターピン49を挿通することにより、シリコンウエハ9を保持することができるようになっており、このリフターピン49を上下することにより、搬送機からシリコンウエハ9を受け取ったり、シリコンウエハ9をセラミック基板11の加熱面11a上に載置して加熱したり、シリコンウエハ9を加熱面11aから50～2000μm程度離間させた状態で支持し、加熱したりすることができる。なお、図2に示すように、セラミック基板11の貫通孔15の下部には、リフターピン49をスムーズに挿通することができるよう15に、貫通孔15と連通するガイド管29が設置されている。

このような構成のセラミック基板11は、断熱リング21を介して略円筒形状の支持容器22の上部に嵌め込まれ、一方、支持容器22の下部には、遮熱等を20 目的とする底板24が設けられている。そして、抵抗発熱体12に接続された導電線16、および、測温素子と接続された金属線19は、底板24に設けられた貫通孔28a、28bを介して外部に導出されている。

なお、導電線16は、制御装置の電源部26に接続され、一方、金属線19は、制御装置の制御部25に接続されている。

25 従って、電源部26に接続された導電線16に通電すると、セラミック基板11の内部の抵抗発熱体12が発熱してセラミック基板11が加熱され、シリコンウエハ等の被加熱物の加熱を行うことができるようになっているが、この際、セラミック基板11の温度は、常に測温素子18によりモニターされており、この温度データに基づいて、制御部25から印加電圧の指示がなされ、制御部25か

らの指示により電源部 26 から適切な電圧が印加される。

さらに、底板 24 には、冷媒導入管 27 が設置されており、図示しないパイプを通して冷媒を支持容器 22 の内部に導入することができるようになっており、冷媒の温度や導入量を制御することにより、抵抗発熱体 12 への通電を停止した 5 後の降温速度等を制御することができるようになっている。

図 1～3 に示すホットプレートユニットでは、抵抗発熱体がセラミック基板内部に設けられているが、発熱体がセラミック基板の表面（底面）に形成されていてもよい（実施例 2～3）。この場合は、冷媒が発熱体に直接接触するため、急速な温度低下を実現することができる。

10 また、図 4 (a) は、セラミック基板の底面に抵抗発熱体が形成され、さらに中底板が形成されたホットプレートユニットを模式的に表す断面図であり、(b) は、このホットプレートユニットの支持容器を構成する底板を模式的に示す斜視図である。

この図では、冷媒である空気は、底板 260 まで循環するため、支持容器の厚 15 さは、セラミック基板の底から底板までの厚さである。

このホットプレートユニット 250 では、セラミック基板 211 の表面に絶縁性膜 218 が形成されており、絶縁性膜 218 を有するセラミック基板 211 の表面には、支持ピン 259 が設置され、シリコンウェハ 219 をセラミック基板 211 の加熱面より一定距離離間して保持している。

20 また、セラミック基板 211 の絶縁性膜 218 の表面には、抵抗発熱体 212 が形成され、抵抗発熱体 212 の端部に給電端子 213 が接続されている。この給電端子 213 は、ソケット 255 および導電線 262 を介して電源（図示せず）と接続されており、導電線 262 等を介して電圧を印加することにより、抵抗発熱体 212 を発熱させ、セラミック基板 211 を加熱することができるようになっている。さらに、図示はしていないが、セラミック基板 211 には、温度制御のための熱電対（測温素子）が埋設されている。

また、絶縁性膜 218 が形成されたセラミック基板 211 は、支持容器（ケーシング） 270 上に設置された断熱リング 252 に嵌め込まれており、断熱リング 252 は、この断熱リング 252 を挿通するピン 251 により断熱リング 25

2に固定され、一方、セラミック基板211は、ピン251および固定金具253により断熱リング252に固定されている。

この支持容器270には、支持容器270に一体的に形成された底板260および排出に使用される開口260aが形成されるとともに、冷媒供給管258が設けられている。また、シリコンウェハを搬送機に移送させるためのリフターピンを保護するスリープ257が、支持容器内に設置されている。

さらに、支持容器270の内部には、板バネ254により支持された中底板256が設けられており、中底板には開口256aが形成されている。また、図4(b)に示すように、底板260には、窪み260kが基盤の目のように縦横に形成されている。このように多数の窪み260kが設けられているのは、これらの窪み260kにより、底板の歪みを補正するためである。

本発明のホットプレートユニットにおける支持容器の厚さ（冷却媒体等が流通する部分の厚さ）は、50mm以下と薄い。そのため、支持容器内の体積が小さく、冷媒の供給排出が迅速に行われ、その結果、温度調整のための降温特性に優れるのである。

また、支持容器の厚さを薄くすることにより、ホットプレートユニット自体の厚さも薄くすることができ、小型で軽量となり、装置に組み込んだ場合でも装置自体の大型化を防止することができる。

本発明のホットプレートユニットにおけるセラミック基板の厚さは、25mm以下が望ましく、10mm以下がより望ましい。

セラミック基板の厚さが25mmを超えると、セラミック基板の熱容量が大きくなり、温度制御特性が低下するからである。なお、セラミック基板の厚さは、1.5mmを超える値であることが望ましい。

さらに、本発明では、上記基板の厚さ1と支持容器の厚さLとの比率は、 $0.02 \leq 1/L$ であることをが望ましい。セラミック基板の厚さ1に比べて支持容器の厚さLが薄いため、熱交換した空気などの冷媒の排出が速く、迅速な冷却が可能である。

$1/L$ が $0.02$ よりも小さい場合、即ちセラミック基板の厚さに比べて支持容器の厚さが厚すぎる場合には、熱交換した空気などの冷媒の排出が遅くなり、

蓄熱した空気などの冷媒が支持容器内に滞留してしまうため、冷却速度が低下してしまう。また、冷媒が支持容器内に滞留するため、排出量がばらつき、結果として冷却速度の再現性が低下してしまう。

1/Lは10以下 ( $10 \geq 1/L$ ) が望ましい。1/Lが10を超えると、セラミック基板の厚さ1が支持容器の厚さLに比べて厚すぎて熱容量が大きくなってしまう。このため、セラミック基板の蓄熱量が大きくなり、冷却速度が低下してしまうのである。また、蓄熱量に対して接触熱交換する冷媒の体積が小さくなり、熱交換量にばらつきが生じ、結果として冷却速度の再現性が低下してしまう。

上記セラミック基板の直径は200mm以上が望ましく、12インチ (300mm) 以上であることがより望ましい。直径が大きく、例えば、12インチ以上のシリコンウェハが次世代の半導体ウェハの主流となるからである。また、セラミック基板の直径が小さい場合には、支持容器の直径も小さくなり、その容積が小さくなるため、ホットプレートユニットを薄型にする必要性が余りないからである。

15 本発明のホットプレートユニットは、150°C以上で使用されることが望ましく、200°C以上で使用されるのが最も好ましい。

次に、このホットプレートユニットを構成する支持容器やセラミック基板の構成等について、さらに詳しく説明する。

支持容器22は、加工等が容易で機械的特性に優れる点から、通常、SUS等の金属により構成される。

この支持容器22は、円筒状の本体22aの上部内側に、セラミック基板11を支持するための円環形状の基板受け部22bが設けられており、一方、本体22aの下部内側には、底板24を支持するために、同じく円環形状の底板受け部22cが設けられており、底板24は、ボルト等の連結部材により、底板受け部22cに固定されている。

底板22の材質は、遮熱性に優れたものとなるように、余り熱伝導率が大きくなく、かつ、耐熱性に優れるものであれば、特に限定されず、例えば、耐熱性樹脂、セラミック板、これらに耐熱性の有機纖維や無機纖維が配合された複合板等が挙げられる。

また、底板に設けられた貫通孔 28a、28b には、導電線 16 や金属線 19 が挿通された状態で動かないように、固定することができる部材が設置されてもよく、貫通孔 28a、28b に、そのまま、導電線 16 や金属線 19 が挿通させていてもよい。

5 本発明の加熱基板は特に限定されるものではなく、例えば、セラミック基板、金属基板等が挙げられる。

金属基板としては、アルミニウム、鉄、ステンレス、銅から選ばれる少なくとも 1 種以上の金属を使用することができる。

金属基板の内部または表面に抵抗発熱体が形成されていてもよい。

10 金属基板の表面に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の表面を絶縁物で被覆しておいてもよく、抵抗発熱体をシリコンラバーなどで挟持して、ネジなどで金属板の一方の面に取り付けてもよい。

さらに、金属基板の内部に通路を形成しておき、この通路に加熱した油や冷却用冷媒を流通させてもよい。

15 以下の説明では、セラミック基板を使用した場合で説明する。

本発明のセラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されず、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素等が挙げられる。

20 また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニア、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コーチェライト、ムライト等が挙げられる。

これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

25 これらのセラミックの中では、窒化物セラミック、酸化物セラミックが好ましい。

また、窒化物セラミックの中では窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が  $180\text{ W/m}\cdot\text{K}$  と最も高いからである。

本発明のセラミック基板では、最大気孔の気孔径が  $50\text{ }\mu\text{m}$  以下であることが

望ましく、気孔率は5%以下が望ましい。また、上記セラミック基板には、気孔が全く存在しないか、気孔が存在する場合は、その最大気孔の気孔径は、50 $\mu$ m以下であることが望ましい。

5 気孔が存在しない場合は、高温での耐電圧が特に高くなり、逆にある程度の気孔が存在する場合は、破壊靭性値がより高くなる。このためどちらの設計にするかは、要求特性によって変わるのである。

気孔の存在によって破壊靭性値がより高くなる理由が明確ではないが、クラックの進展が気孔によって止められるからであると推定している。

10 本発明で、最大気孔の気孔径が50 $\mu$ m以下であることが望ましいのは、気孔径が50 $\mu$ mを超えると高温、特に200°C以上での耐電圧特性を確保するのが難しくなるからである。

最大気孔の気孔径は、10 $\mu$ m以下が望ましい。200°C以上での反り量が小さくなるからである。

15 気孔率や最大気孔の気孔径は、焼結時の加圧時間、圧力、温度、SiCやBNなどの添加物で調整することができる。上述のように、SiCやBNは焼結を阻害するため、気孔を導入させることができる。

最大気孔の気孔径を測定する際には、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000～5000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で10箇所撮影する。そして、撮影された写真で最大の気孔径を選び、50ショットの平均を最大気孔の気孔径とする。

気孔率は、アルキメデス法により測定する。焼結体を粉碎して有機溶媒中あるいは水銀中に粉碎物を入れて体積を測定し、粉碎物の重量と体積から真比重を求め、真比重と見かけの比重から気孔率を計算するのである。

25 上記セラミック基板は、0.05～10重量%の酸素を含有していることが望ましい。酸素を粒界に偏析させることにより、破壊靭性値を改善することができるからである。

酸素含有量が0.05重量%未満では、焼結が進まず気孔率が高くなり、また熱伝導率が低下し、逆に、酸素量が10重量%を超えると、粒界の酸素の量が多すぎると、熱伝導率が低下して昇温降温特性が低下するからである。

上記セラミック基板に酸素を含有させるためには、原料粉末中に金属酸化物を混合して焼成を行う。

上記金属酸化物としては、例えば、イットリヤ ( $Y_2O_3$ ) 、アルミナ ( $Al_2O_3$ ) 、酸化ルビジウム ( $Rb_2O$ ) 、酸化リチウム ( $Li_2O$ ) 、炭酸カルシウム ( $CaCO_3$ ) 等が挙げられる。

これらの金属酸化物の添加量は、窒化物セラミック 100重量部に対して、0.1～20重量部が好ましい。

本発明では、セラミック基板中に 5～5000 ppm のカーボンを含有していることが望ましい。

カーボンを含有させることにより、セラミック基板を黒色化することができ、ヒータとして使用する際に輻射熱を充分に利用することができるからである。

カーボンは、非晶質のものであっても、結晶質のものであってもよい。非晶質のカーボンを使用した場合には、高温における体積抵抗率の低下を防止することができ、結晶質のものを使用した場合には、高温における熱伝導率の低下を防止することができるからである。従って、用途によっては、結晶質のカーボンと非晶質のカーボンの両方を併用してもよい。また、カーボンの含有量は、50～2000 ppm がより好ましい。

セラミック基板にカーボンを含有させる場合には、その明度が J I S Z 8721 の規定に基づく値で N6 以下となるようにカーボンを含有させることが望ましい。この程度の明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。

ここで、明度の N は、理想的な黒の明度を 0 とし、理想的な白の明度を 10 とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を 10 分割し、N0～N10 の記号で表示したものである。

実際の明度の測定は、N0～N10 に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点 1 位は 0 または 5 とする。

抵抗発熱体をセラミック基板の内部に設ける場合には、複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは相互に補完するように形成されて、加熱面からみるとどこかの層にパターンが形成された状態が望ましい。例えば、互いに千鳥の配置になっている構造である。

抵抗発熱体は、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等の金属、または、タングステン、モリブデンの炭化物等の導電性セラミックからなるものであることが望ましい。抵抗値を高くすることが可能となり、断線等を防止する目的で厚み自体を厚くすることができるとともに、  
5 酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

また、抵抗発熱体は、セラミック基板全体の温度を均一にする必要があることから、図1に示すような同心円形状のパターンや同心円形状のパターンと屈曲線形状のパターンとを組み合わせたものが好ましい。また、抵抗発熱体の厚さは、  
10 1～50 $\mu\text{m}$ が望ましく、その幅は、5～20mmが好ましい。

抵抗発熱体の厚さや幅を変化させることにより、その抵抗値を変化させることができます。上記範囲が最も実用的だからである。抵抗発熱体の抵抗値は、薄く、また、細くなるほど大きくなる。

なお、抵抗発熱体を内部に設けると、加熱面と抵抗発熱体との距離が近くなり、  
15 表面の温度の均一性が低下するため、抵抗発熱体自体の幅を広げる必要がある。また、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を設けるため、セラミック基板との密着性を考慮する必要性がなくなる。

抵抗発熱体は、断面が方形、楕円形、紡錘形、蒲鉾形状のいずれでもよいが、偏平なものであることが望ましい。偏平の方が加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面への熱伝搬量を多くすることができ、加熱面の温度分布がきにくくからである。なお、抵抗発熱体は螺旋形状でもよい。

抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する際には、底面から厚さ方向に60%までの領域に形成することが望ましい。加熱面の温度分布をなくし、半導体ウエハを均一に加熱することができるからである。

25 上記セラミック基板の底面または内部に抵抗発熱体を形成するためには、金属や導電性セラミックからなる導電ペーストを用いることが好ましい。

即ち、セラミック基板の底面に抵抗発熱体を形成する場合には、通常、焼成を行って、セラミック基板を製造した後、その表面に上記導体ペースト層を形成し、焼成することより、抵抗発熱体を形成する。

一方、図1、2に示すようにセラミック基板11の内部に抵抗発熱体12を形成する場合には、グリーンシート上に上記導電ペースト層を形成した後、別のグリーンシートと加熱しながら加圧し、一体化させてグリーンシートの積層体を作製する。この後、積層体を焼成することにより、抵抗発熱体をセラミック基板の5 内部に形成することができる。

上記導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するため金属粒子または導電性セラミック粒子が含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

上記金属粒子や導電性セラミック粒子の材料としては、上述したものが挙げられる。これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、0.1～100 $\mu$ mが好ましい。0.1 $\mu$ m未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、100 $\mu$ mを超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってよい。

15 上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

上記導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール等が挙げられる。増粘剤としては、セルロース等が挙げられる。

抵抗発熱体用の導体ペーストをセラミック基板の表面に形成する際には、上記導体ペースト中に上記金属粒子のほかに金属酸化物を添加し、上記金属粒子および上記金属酸化物を焼結させたものとすることが好ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、セラミック基板と金属粒子とを25 より密着させることができる。

上記金属酸化物を混合することにより、セラミック基板との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や非酸化物からなるセラミック基板の表面は、その表面がわずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子とセラミックとが密着するの

ではないかと考えられる。また、セラミック基板を構成するセラミックが酸化物の場合は、当然に表面が酸化物からなるので、密着性に優れた導体層が形成される。

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (5  $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも 1 種が好ましい。

これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $B_2O_3$ )、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を 100 重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が 1 ~ 10、シリカが 1 ~ 30、酸化ホウ素が 5 ~ 50、酸化亜鉛が 20 ~ 70、アルミナが 1 ~ 10、イットリアが 1 ~ 50、チタニアが 1 ~ 50 であって、その合計が 100 重量部を超えない範囲で調整されていることが好ましい。

15 これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特にセラミック基板との密着性を改善することができる。

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1 重量%以上 10 重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して抵抗発熱体を形成した際の面積抵抗率は、1 ~ 4.5  $m\Omega/\square$  が好ましい。

20 面積抵抗率が  $4.5 m\Omega/\square$  を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、表面に抵抗発熱体を設けた半導体装置用セラミック基板では、その発熱量を制御しにくいかからである。なお、金属酸化物の添加量が 10 重量%以上であると、面積抵抗率が  $5.0 m\Omega/\square$  を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

25 抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成される場合には、抵抗発熱体の表面部分に、金属被覆層が形成されていることが好ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、0.1 ~ 1.0  $\mu m$  が好ましい。

上記金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特

に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケル等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合には、抵抗発熱体表面が酸化されないため、被覆は不要である。

上記セラミック基板の有底孔に埋め込む熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。

上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602(1980)に挙げられるように、K型、R型、B型、S型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

次に、本発明のホットプレートユニットを構成するセラミック基板の製造方法の一例を図6(a)～(d)に示した断面図に基づき説明し、さらに、このセラミック基板を用いてホットプレートユニットを組み立てる方法を簡単に説明する。

(1) まず、窒化物セラミック、炭化物セラミックなどのセラミックの粉体をバインダおよび溶剤と混合してグリーンシート50を得る。

セラミック粉体としては、例えば、窒化アルミニウム粉末、窒化珪素粉末などを使用することができる。また、イットリヤ等の助剤を添加してもよい。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセルロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに、溶媒としては、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート50を作製する。

グリーンシート50に、必要に応じ、シリコンウエハの支持ピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込む凹部、スルーホールを形成する部分等に貫通孔を設けておくことができる。貫通孔は、パンチングなどにより形成することができる。

グリーンシート50の厚さは、0.1～5mm程度が好ましい。

次に、グリーンシート 50 の貫通孔に導体ペーストを充填し、スルーホール印刷体 200 を得、次に、グリーンシート 50 上に抵抗発熱体となる導体ペーストを印刷する。

印刷は、グリーンシート 50 の収縮率を考慮して所望のアスペクト比が得られるように行い、これにより抵抗発熱体層印刷体 120 を得る。

印刷体は、導電性セラミック、金属粒子などを含む導電性ペーストを印刷することにより形成する。

これらの導電性ペースト中に含まれる導電性セラミック粒子としては、タングステンまたはモリブデンの炭化物が最適である。酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。

また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケルなどを使用することができる。

導電性セラミック粒子、金属粒子の平均粒子径は 0.1 ~ 5  $\mu\text{m}$  が好ましい。これらの粒子は、大きすぎても小さすぎても導体用ペーストを印刷しにくいからである。

このようなペーストとしては、金属粒子または導電性セラミック粒子 85 ~ 97 重量部、アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブおよびポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種のバインダ 1.5 ~ 10 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコール、エチルアルコールおよびブタノールから選ばれる少なくとも 1 種の溶媒を 1.5 ~ 10 重量部混合して調製した導体用ペーストが最適である。

(2) 次に、図 6 (a) に示すように、印刷体 200、120 を有するグリーンシート 50 と、印刷体を有さないグリーンシート 50 とを積層する。抵抗発熱体形成側に印刷体を有さないグリーンシート 50 を積層するのは、スルーホールの端面が露出して、抵抗発熱体形成の焼成の際に酸化してしまうことを防止するためである。もしスルーホールの端面が露出したまま、抵抗発熱体形成の焼成を行うのであれば、ニッケルなどの酸化しにくい金属をスパッタリングする必要があり、さらに好ましくは、Au-Ni の金ろうで被覆してもよい。

(3) 次に、図 6 (b) に示すように、積層体の加熱および加圧を行い、グリ

ーシシートの積層体を形成する。

この後、グリーンシートおよび導電ペーストを焼結させる。焼成の際の温度は、  
1700～2000°C、焼成の際の加圧の圧力は10～20 MPaが好ましい。

これらの加熱および加圧は、不活性ガス雰囲気下で行う。不活性ガスとしては、

5 アルゴン、窒素などを使用することができる。この焼成工程で、スルーホール20、抵抗発熱体12等が形成される。

(4) 次に、図6(c)に示すように、外部端子接続のための袋孔23を設け、  
この袋孔23にワッシャー17を嵌め込む。ワッシャー17は、セラミック基板  
11と導電線16との間の熱膨張率を有し、緩衝材として機能するものであり、  
10 導電性のものが好ましい。

(5) 最後に、図6(d)に示すように、ワッシャー17の中心孔に導電線16を挿入し、このワッシャー17および導電線16を半田付け、ろう付け等により、セラミック基板11に接着するとともに、導電線16をスルーホール20を介して抵抗発熱体12と接続する。

15 半田は銀一鉛、鉛ースズ、ビスマスースズなどの合金を使用することができる。  
なお、半田層の厚さは、0.1～50 μmが望ましい。半田による接続を確保するに充分な範囲だからである。

(6) さらに、セラミック基板11の底面に図2に示したような有底孔14を設け、その内部に熱電対等の測温素子18を挿入し、シリコーン樹脂等の耐熱性  
20 絶縁部材で固定することにより、抵抗発熱体12等を有するセラミック基板11の製造を完了する。

(7) 次に、このセラミック基板11を断熱リング21を介して図2に示した  
ような構成の支持容器22に嵌め込み、底板24の貫通孔28a、28bから導  
電線16や金属線19を引き出すことにより、ホットプレートユニットの組み立  
25 てを完了する。

なお、上記説明では抵抗発熱体12が埋設されているセラミック基板の製造について主に説明したが、抵抗発熱体が底面に形成されているセラミック板を製造する際には、セラミック基板を製造した後、上述したように、セラミック基板の底面に導体ペーストを印刷、焼成して抵抗発熱体を形成し、この後、無電解めつ

き等により金属被覆層を形成すればよい。

上記セラミック基板の製造方法では、グリーンシートを用い、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成したが、セラミック粉末とバインダ等を用いて顆粒状の粉末を製造し、この粉末を金型等に入れてプレス成形により成形体を作製した  
5 後、焼成することによりセラミック基板を製造してもよい。この場合には、金属線等を成形型の内部に埋設することにより、抵抗発熱体とすることができる。また、セラミック基板を製造した後、その底面に上記方法により抵抗発熱体を形成してもよい。

以上、ホットプレートユニットについて説明したが、セラミック基板の表面または内部に抵抗発熱体を設けるとともに、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより、静電チャックとしてもよい。

また、セラミック基板の底面または内部に抵抗発熱体を設けるとともに、セラミック基板の上面にチャックトップ導体層を設け、一方、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることにより、ウエハプローバとしてもよい。

15

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

##### （実施例 1）ホットプレートユニットの製造

（1）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径 1. 1  $\mu\text{m}$ ）100重量部、イットリア（平均粒径 0. 4  $\mu\text{m}$ ）4重量部、アクリルバインダ 11. 5 重量部、分散剤 0. 5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 5 3 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行て厚さ 0. 47 mm のグリーンシートを得た。

（2）次に、このグリーンシートを 80°C で 5 時間乾燥させた後、パンチングにより直径 1. 8 mm、3. 0 mm および 5. 0 mm の貫通孔をそれぞれ形成した。これらの貫通孔は、シリコンウェハを支持する支持ピンを挿入するための貫通孔となる部分、スルーホールとなる部分等である。

（3）平均粒子径 1  $\mu\text{m}$  のタンクステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3. 0 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3. 5 重量および分散剤 0.

3 重量部を混合して導電性ペーストAを調整した。

平均粒子径  $3 \mu\text{m}$  のタンクステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.

9 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.7 重量および分散剤 0.2 重量部を混合して導電性ペーストBを調整した。

5 この導電性ペーストAをグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、発熱体用の導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、図1に示したような同心円のパターンとした。また、スルーホールとなる貫通孔部分に導体ペーストBを充填した。

10 上記処理の終わったグリーンシートに、印刷処理を施していないグリーンシートを上側（加熱面）に 37 枚、下側に 13 枚積層し、130°C、8 MPa の圧力で一体化することにより積層体を作製した。

15 (4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600°Cで 5 時間脱脂し、1890°C、圧力 15 MPa で 10 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 310 mm の円板状に切り出し、内部に厚さ  $6 \mu\text{m}$ 、幅 10 mm の発熱体を有する板状体とした。

なお、スルーホールの大きさは、直径 0.2 mm、深さ 0.2 mm であった。

(5) 次に、上記 (4) で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC 等によるプラスト処理で表面に熱電対のための有底孔 14 を設けた。

20 (6) さらに、ドリル加工により直径 5 mm、深さ 0.5 mm の袋孔 23 を形成し、この袋孔 23 に W 製のワッシャー 17 を嵌め込み、ワッシャー 17 の中心孔に導電線 16 を挿入した後、Ni-Au 合金 (Au: 81.5 重量%、Ni: 18.4 重量%、不純物: 0.1 重量%) からなる金ろうを用い、970°C で加熱リフローすることにより、これらワッシャー 17 と導電線 16 とをセラミック基板 11 に固定した。

(7) 次に、測温素子 18 である複数個の熱電対を有底孔 14 に埋め込み、抵抗発熱体 12 を埋設したセラミック基板の製造を完了した。

(8) 次に、このセラミック基板 11 を断熱リング 21 を介して図 2 に示した構造の厚さ 25 mm の支持容器 22 に嵌め込み、導電線 16 や金属線 19 を貫通

孔28a、28bから引き出し、電源部26や制御部25に接続し、ホットプレートユニット10とした。

(実施例2)

(1) 窒化アルミニウム粉末(平均粒径: 1. 1  $\mu\text{m}$ ) 100重量部、イットリア(平均粒径: 0. 4  $\mu\text{m}$ ) 4重量部、アクリルバインダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体(グリーン)を得た。

(3) 加工処理の終った生成形体を1800°C、圧力: 20 MPaでホットプレスし、厚さが3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。

次に、この板状体から直径310mmのセラミック基板を切り出し、このセラミック基板にドリル加工を施し、半導体ウェハの支持ピンを挿入する貫通孔15となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分(直径: 1. 1 mm、深さ: 2 mm)を形成した。

(4) 上記(3)の加工を施したセラミック基板に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀一鉛ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛(5重量%)、酸化亜鉛(5.5重量%)、シリカ(10重量%)、酸化ホウ素(2.5重量%)およびアルミナ(5重量%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が4.5  $\mu\text{m}$ で、リン片状のものであった。

(5) 次に、導体ペーストを印刷したセラミック基板11を780°Cで加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板11に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。銀一鉛の発熱体は、厚さが5  $\mu\text{m}$ 、幅2.4mm、面積抵抗率が7.7  $\text{m}\Omega/\square$ であった。

(6) 硫酸ニッケル80g/1、次亜リン酸ナトリウム24g/1、酢酸ナト

リウム 12 g / 1、ほう酸 8 g / 1、塩化アンモニウム 6 g / 1 の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記 (5) で作製したセラミック基板 11 を浸漬し、銀一鉛の発熱体の表面に厚さ 1  $\mu$ m の金属被覆層 (ニッケル層) を析出させた。

5 (7) 電源との接続を確保するための導電線を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀一鉛半田ペースト (田中貴金属製) を印刷して半田層を形成した。ついで、半田層の上に先端部分の断面が T 字形状の導電線を載置し、420 °C で加熱リフローし、導電線を抵抗発熱体の表面に取り付けた。

10 (8) 測温素子である熱電対をポリイミドで封止し、抵抗発熱体を底面に有するセラミック基板を得た。

(9) 次に、このセラミック基板を断熱リング 21 を介して図 2 に示した構造の厚さ 15 mm の支持容器 22 に嵌め込み、導電線 16 や金属線 19 を貫通孔 28 a、28 b から引き出し、電源部 26 や制御部 25 に接続し、ホットプレートユニットとした。

15 (実施例 3)

厚さ 40 mm の支持容器を用いた以外は、実施例 2 と同様にしてホットプレートユニットを製造した。

(実施例 4)

図 4 に示すような中底板を配設した支持容器を用いた。支持容器の厚さは、底板とセラミック基板の底板との距離で 20 mm である。また、セラミック基板の厚さを 3 mm とした。

これら以外は、実施例 2 と同様にしてホットプレートユニットを構成した。

(実施例 5)

厚さ 50 mm の支持容器を用い、セラミック基板の厚さを 0.5 mm とした以外は実施例 2 と同様にしてホットプレートユニットを構成した。

(実施例 6)

厚さ 5 mm の支持容器を用い、セラミック基板の厚さを 60 mm とした以外は、実施例 2 と同様にしてホットプレートユニットを構成した。

この場合、セラミック基板を支持基板に直接ネジで固定した。

## (実施例 7)

図5に示すように、厚さ15mm、直径310mmのアルミニウム円板31の一方の面に、ニクロム線からなる発熱体32を2枚のシリコンラバー33で挟持したラバーヒータ30をネジ34で固定し、加熱基板とした。

5 このような構成の加熱基板を、図4に示すような中底板を配設した支持容器の断熱リングにはめ込み、ホットプレートユニットとした。支持容器の厚さは、底板とセラミック基板の底面との距離で15mmである。

## (実施例 8)

厚さ5mmの支持容器を用い、セラミック基板の厚さを30mmとした以外は、  
10 実施例2と同様にしてホットプレートユニットを構成した。

## (比較例 1)

厚さ55mmの支持容器を用いた以外は、実施例2と同様にしてホットプレートユニットを構成した。

## (比較例 2)

15 実施例7と同様にしてホットプレートユニットを構成したが、支持容器の厚さは、底板とセラミック基板の底面との距離で55mmであった。

このようにして得られた実施例1～8および比較例1～2に係るホットプレートユニットを200°Cまで昇温し、その後、エアーを供給して150°Cまで降温した。

## 20 評価方法

## (1) 降温時間の測定

ホットプレートが200°C～150°Cまで降温する時間を10回測定し、その10回の測定結果の平均値を降温時間とした。

## (2) 降温時間のばらつき

25 上記(1)の方法で降温時間を測定し、下記の(1)式で表される10回の降温時間のばらつきを計算した。

$$\text{降温時間のばらつき } (\%) = [(\text{最長時間} - \text{最短時間}) / \text{平均時間}] \times 100$$

… (1)

表 1

	支持容器厚さ (mm)	基板厚さ 1 / 容器厚さ L	降温時間 (分)	降温時間のばら つき (%)
実施例 1	25	0.12	5	1
実施例 2	15	0.2	2	1
実施例 3	40	0.08	3	1
実施例 4	20	0.15	2	1
実施例 5	50	0.01	8	5
実施例 6	5	12.00	8	5
実施例 7	15	1.00	10	3
実施例 8	5	6.00	5	1
比較例 1	55	0.06	10	3
比較例 2	55	0.27	20	3

表 1 に示した結果より明らかなように、容器の厚さ L を薄くし、基板の厚さ 1 / 容器の厚さ L を 0.02 以上とすることにより、迅速に降温を行うことができ、  
5 降温時間のばらつきを小さくすることができる。

#### 産業上利用の可能性

以上、説明したように、本発明のホットプレートユニットは、薄型で支持容器の容積が小さいため、基板の直径が大きくなっても昇温降温が充分に速く、また、  
10 薄型で軽量であるため装置を小型化することができる。

## 請求の範囲

1. 温度調節手段を備えた基板が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、
- 5 前記支持容器の厚さは、50mm以下であることを特徴とするホットプレートユニット。
- 10 2. 前記温度調節手段は、抵抗発熱体である請求の範囲1に記載のホットプレートユニット。
3. 前記温度調節手段は、冷却手段である請求の範囲1または2に記載のホットプレートユニット。
- 15 4. 前記基板の厚さ1と支持容器の厚さLとの比率は、 $0.02 \leq 1/L$ である請求の範囲1～3のいずれか1に記載のホットプレートユニット。
5. 温度調節手段を備えた基板が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、  
前記基板の厚さ1と支持容器の厚さLとの比率は、 $0.02 \leq 1/L$ であることを特徴とするホットプレートユニット。
- 20 6. 前記温度調節手段は、抵抗発熱体である請求の範囲5に記載のホットプレートユニット。
- 25 7. 前記温度調節手段は、冷却手段である請求の範囲5または6に記載のホットプレートユニット。
8. 前記支持容器の厚さは、50mm以下であることを特徴とする請求の範囲5～7のいずれか1に記載のホットプレートユニット。

9. 1 または 2 以上の回路からなる抵抗発熱体を備えたセラミック基板が、支持容器に取り付けられたホットプレートユニットであって、

前記支持容器の厚さは、50 mm 以下であることを特徴とするホットプレート  
5 ユニット。

10. 前記セラミック基板の厚さ  $1$  と支持容器の厚さ  $L$  との比率は、 $0.02 \leq 1/L \leq 1$  である請求の範囲 9 に記載のホットプレートユニット。

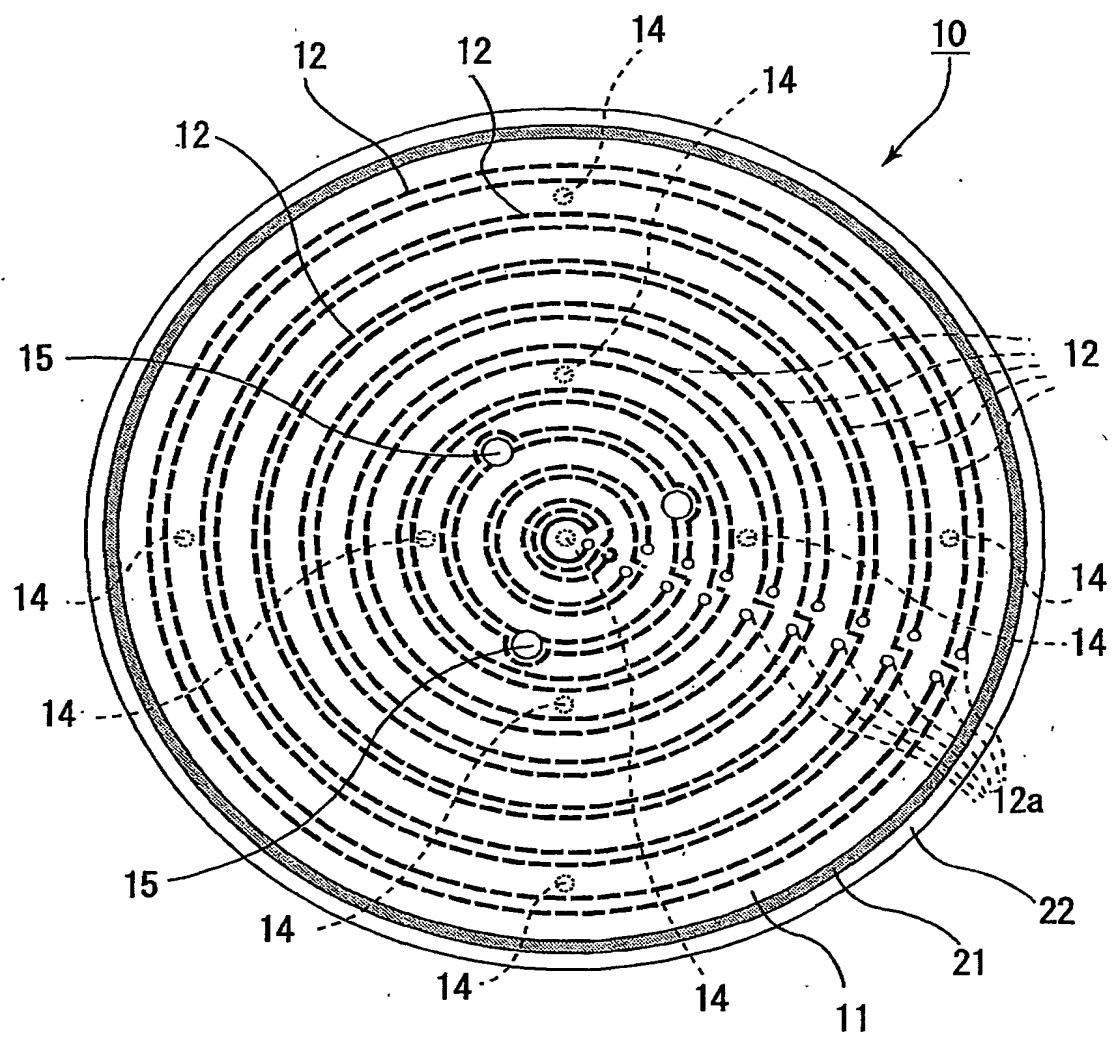
10 11. 前記支持容器は、下部に底板を備え、

抵抗発熱体の端部に接続した導電線および/またはセラミック基板に配設された測温素子から導出された配線が、前記底板に形成された貫通孔から引き出されてなる請求の範囲 9 または 10 に記載のホットプレートユニット。

15 12. 前記底板には、冷媒導入管が配設されている請求の範囲 11 に記載のホットプレートユニット。

1/6

図1





2/6

図2

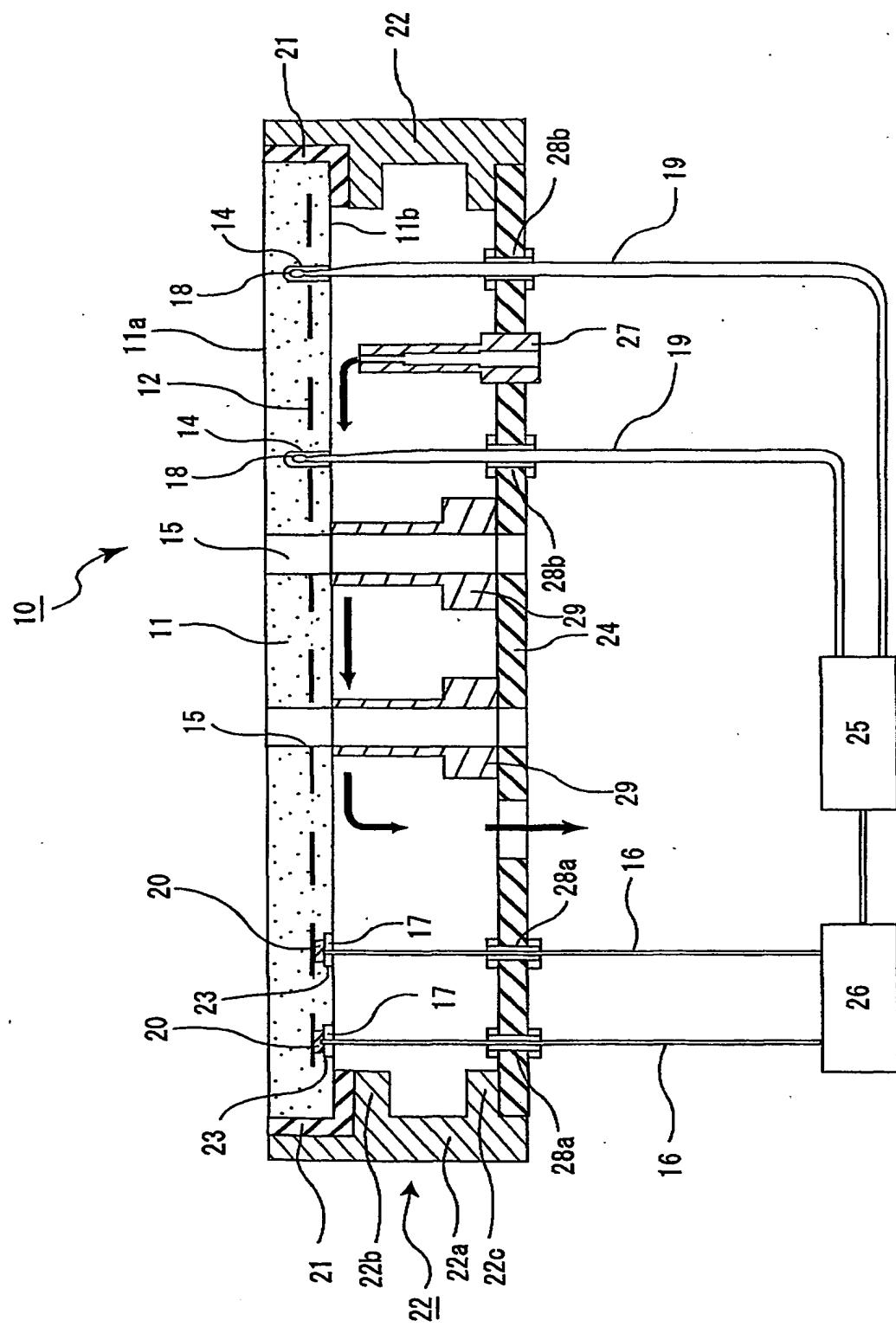




図3

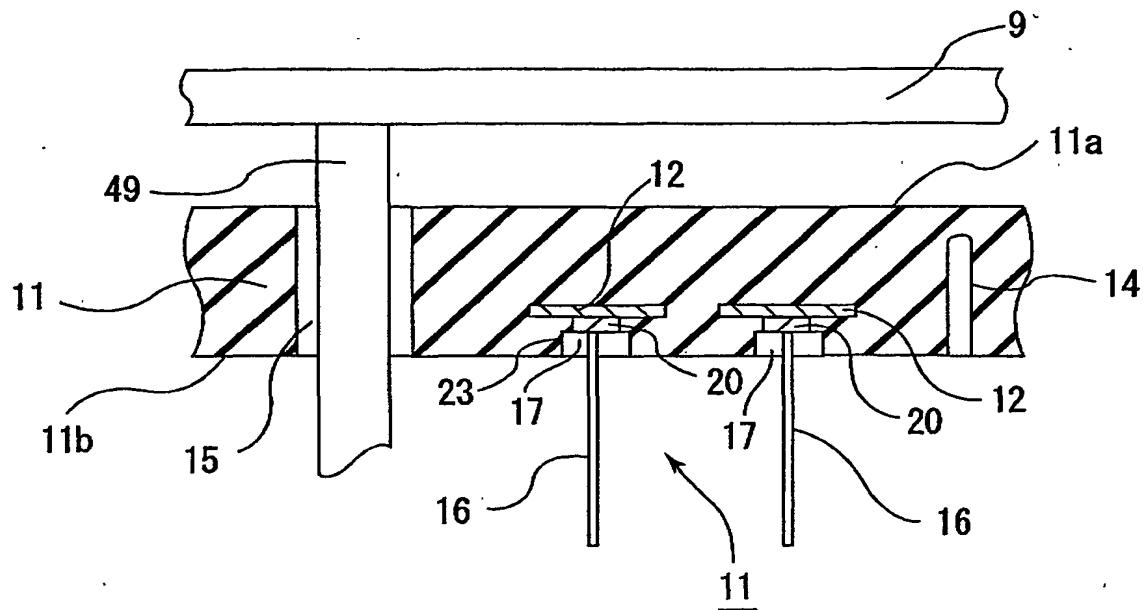
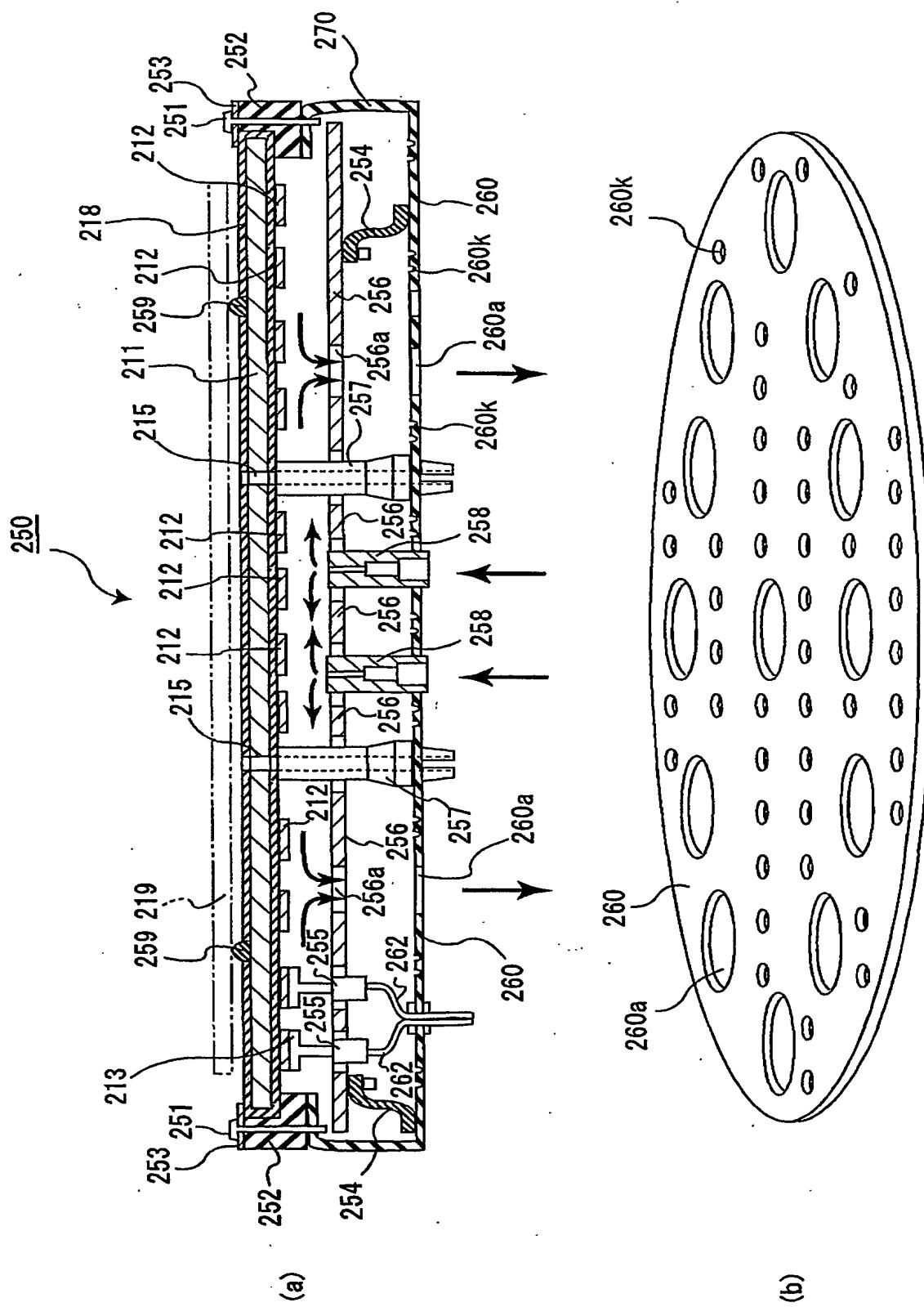




図4





x

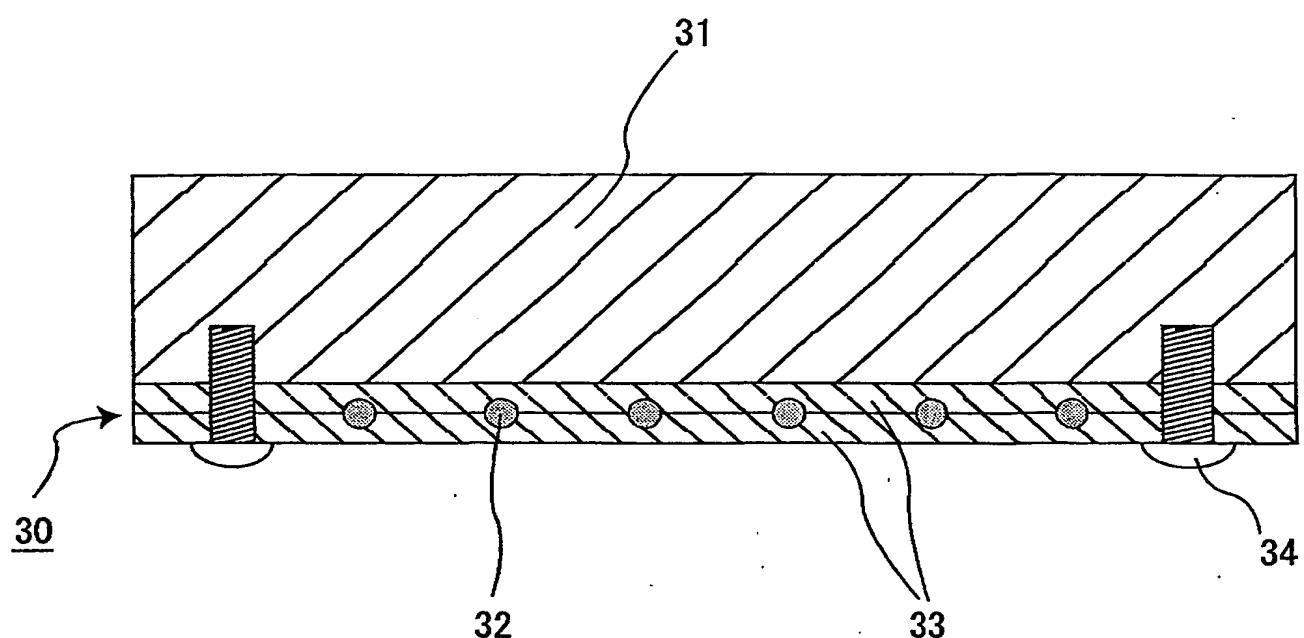
•

v

3

5/6

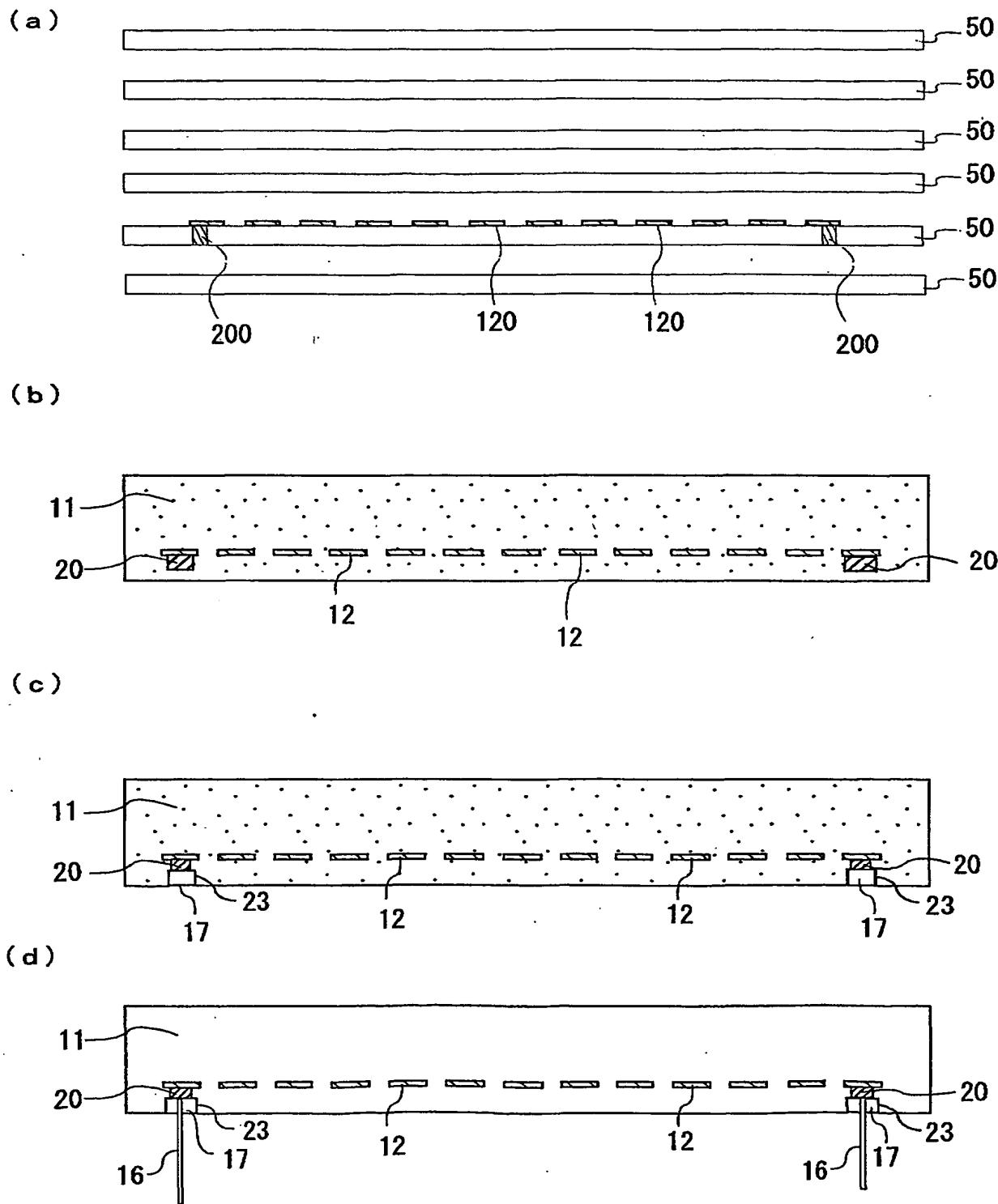
図5





6/6

図6





## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 H05B3/68, H05B3/20, H01L21/027

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 H05B3/02-3/18, H05B3/40-3/82, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-224127, A (株式会社小松製作所) 17. 8月. 1999 (17. 08. 99) 第【0032】段落、第1図 (ファミリーなし)	1-12
X	JP, 9-213465, A (シャープ株式会社) 15. 8月. 1997 (15. 08. 97) 第【0031】段落、第1図 (ファミリーなし)	1, 2, 4- 6, 8-10

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 06. 01

国際調査報告の発送日

10.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

芝 哲 央

2M 2911



電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
P, X	JP, 2000-299281, A (イビデン株式会社) 24. 10月. 2000 (24. 10. 00) 第【0027】段落、第1図 (ファミリーなし)	1-12